

2. Friptuleac Gr., Caraman Paulina, Munteanu T. ș.a. *Particularitățile igienico-ecologice ale conținutului de nitrați în produsele agroalimentare*. În: Bioetica, Filosofia, Economia și Medicina în strategia de asigurare a securității umane. Chișinău, 2007, p. 269–273.
3. Ильницкий А.П. *Нитраты и нитриты питьевой воды как фактор онкологического риска*. În: Materialele Congresului V al igieniștilor, epidemiologilor și microbiologilor din Republica Moldova, vol. I. Chișinău, 2003, p. 80–81.
4. Митченков В., Мянник Л., Сергеева Ж., Редько Л. În: Tezele Congresului IV al igieniștilor, epidemiologilor și microbiologilor din Republica Moldova, vol. I. Igiena. Chișinău, 1997, p. 253–255.
5. Опополь Н.И., Добрянская Е.В. *Нитраты*. Кишинэу: Штиинца, 1986.

*Было установлено, что потребление овощей, в соответствии с минимальными нормами продуктов питания, включенных в продовольственную корзину прожиточного минимума, человеком весом 60 кг составляет 115.21 мг/сут. нитратов.*

**Ключевые слова:** нитраты, овощи, экспозиция, здоровье населения

## Introducere

Nitrații și nitriții sunt frecvent întâlniți în diverse legume, astfel ei fac parte nemijlocit din dieta umană, iar concentrația acestora întotdeauna este variabilă [1, 6]. Nitrații sunt relativ netoxici, însă metabolizii lor pot produce o serie de efecte asupra sănătății. Până nu demult, azotații erau percepuți ca componente dietetice pur dăunătoare, care cauzează methemoglobinemie infantilă, carcinogeneza, eventual chiar teratogeneza [1].

La studierea riscului relativ (RR) cu un interval de încredere corespunzător 95% (ÎI) din datele a 62 de studii observaționale, 49 de studii pentru nitrați și 51 pentru nitriți, însumând un total de 60,627 de cazuri de cancer, s-au comparat cele mai înalte niveluri cu cele mai scăzute, astfel aportul dietetic de nitrați a fost asociat invers cu riscul de apariție a cancerului gastric (RR = 0,78; 95% ÎI = 0.67-0.91). Aportul alimentar de nitriți a fost asociat în mod pozitiv cu gliomul la adulți și cu riscul de cancer tiroidian cu RR de 1,21 cumulate (95% ÎI = 1.03-1.42) și 1,52 (95% ÎI = 1.12-2.05), respectiv. Nu au fost remarcate asocieri semnificative între consumul de nitrați/nitriți și cancerul de sân, de vezică urinară, colorectal, esofagian, renal, limfomul non-Hodgkin, cancerul ovarian și al pancreasului (tabelul 1) [8].

**Tabelul 1**

*Corelația dintre unele forme de cancer și consumul de nitrați/nitriți*

Boala	Expunerea la nitrați/nitriți	RR	ÎI 95%
Cancer gastric	nitrați	0,78	0,67-0,91
Gliom la adulți	nitriți	1,21	1,03-1,42
Cancerul glandei tiroide	nitriți	1,52	1,12-2,05
Cancer de vezică	nitrați/nitriți	0,93	0,82-1,06
Cancer colorectal	nitrați/nitriți	1,07	0,97-1,17
Cancer esofagian	nitrați/nitriți	0,94	0,74-1,19
Limfom non-Hodgkin	nitrați/nitriți	0,9	0,76-1,06
Cancer pancreatic	nitrați/nitriți	0,97	0,83-1,13
Cancer renal	nitrați/nitriți	0,78	0,40-1,54

Nitriții, cum ar fi nitrozaminele și nitrosoamidele, sunt factori declanșatori în apariția methemoglobinemiei, convertind hemoglobina în methemoglobină. Influența negativă asupra sănătății umane a azotaților începe cu convertirea lor în nitriți, cu ajutorul enzimei nitrat reductazei. Apariția cancerului în urma consumului de nitriți din surse exogene este

## NITRAȚII ÎN LEGUME: EVALUAREA EXPUNERII POPULAȚIEI ȘI A IMPACTULUI ASUPRA SĂNĂȚĂȚII

**Gheorghii ȚURCANU, Iurie PÎNZARU, Raisa SÎRCU,**  
Centrul Național de Sănătate Publică

### Summary

#### *Nitrates in vegetables: evaluation of population exposure and of health impact*

*Nitrates and nitrites are commonly encountered in food because of their presence in natural nitrates as soil, water, air etc. Nitrate is relatively non-toxic, but its metabolites can produce a range of effects on health, risks associated with glioma to adults, thyroid cancer. It was assessed the potential impact on health through exposure scenario through some vegetables, comparing nitrate exposure estimates with Acceptable Daily Intake (ADI) for nitrate of 222 mg / day for a person weighing 60 kg. It was established that consumption of vegetable in accordance with minimum standards of food as the food basket of subsistence minimum, a person weighing 60 kg would be expose to 115.21 mg / day of nitrates.*

**Keywords:** nitrates, vegetables, exposure, health

### Резюме

#### *Нитраты в овощах: оценка экспозиции населения и влияние на здоровье*

*Нитраты и нитриты обычно содержатся в продуктах питания из-за их присутствия в почве, воде, воздухе и т.д. Нитраты относительно нетоксичны, но их метаболиты могут оказывать нежелательные эффекты на здоровье, связанные с раком щитовидной железы и риском развития глиомы взрослых. В работе проведена оценка экспозиции и суточного поступления нитратов с наиболее употребляемыми овощами путем сравнения с величиной ADI для нитратов – 222 мг/день для человека весом 60 кг.*

mai puțin probabilă, fiindcă cele mai mari cantități de nitriți se formează endogenic. S-a estimat că aproximativ 4-8% din nitrații din regimul alimentar pot fi reduși la nitriți de microflora din cavitatea bucală [10, 14, 15, 22].

Nou-născuții sunt expuși cel mai mult riscului, deoarece au un sistem imatur de methemoglobin reductază. Recomandările OMS pentru aportul zilnic de nitrați prin produse alimentare pentru copii este de 25 mg/kg, deoarece aproximativ 10% din nitrații ingerați sunt convertiți în nitriți la nou-născuți, nivelul maxim contaminant (MCL) stabilit de Agenția de Protecție a Mediului EPA pentru nitriți fiind stabilit la 1 ppm [4, 7, 14].

Dacă nivelul de methemoglobină este de 15% sau mai mare decât nivelul hemoglobinei totale, atunci apare o stare similară cu cianoza și/sau comă. Concentrația de methemoglobină  $\geq 70\%$  este letală.

Transformarea nitraților în nitriți și nitrozamine este principala cauză a toxicității acestor compuși asupra organismului uman. Referindu-ne la literatura de specialitate, doza orală letală de nitriți și nitrați a fost stabilită a fi de 8-80 mg/kg și respectiv de 33-250 mg/kg greutate corporală [17].

Având în vedere importanța legumelor pentru sănătatea umană, precum și faptul că legumele influențează direct buna stare a oamenilor, scopul acestui studiu constă în evaluarea nivelurilor de nitrați în legume din unele raioane ale Republicii Moldova, în cuantificarea cantității de nitrați care eventual ar putea fi depozitată în organism prin consumul de alimente selectate. A fost estimat aportul de nitrați, cu măsurarea expunerii asociate nivelurilor admise pentru adulți.

### Materiale și metode

Au fost supuse investigațiilor instrumentale de laborator mai multe tipuri de legume: cartofi, morcov, sfeclă roșie, ceapă uscată, varză, vinete, castraveți, mărar, dovlecei etc.

Cantitatea de nitrați a fost estimată prin metoda fotometrică în conformitate cu ГОСТ 29270-95 *Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов*.

A fost evaluat potențialul impact asupra sănătății prin scenariul de expunere la unele legume, comparând estimările expunerii la nitrați cu doza zilnică admisibilă (DZA) pentru nitrați de 222 mg/zi pentru un om cu masa de 60 kg. Expunerile la alte surse de nitrați, cum ar fi fructele, apa de băut și conservele din carne, nu au fost luate în considerare.

### Rezultate și discuții

Omenirea a fost consumatoare de nitrați și nitriți de la începutul timpului printr-o varietate de alimen-

te, inclusiv legume [6]. datorită prezenței în mod natural în sol a nitraților (de exemplu, materia umedă), în apă și aer (de exemplu, gazele de azot), majoritatea produselor alimentare conțin nitrați [14].

Conținutul de nitrați în produsele de origine vegetală a fost studiat și anterior. În cadrul cercetării de față au fost analizate 148 de probe la 14 tipuri de legume (tabelul 2).

**Tabelul 2**

*Conținutul de nitrați în legume, mg/kg*

Produsul	Nr. probe	Conținutul de nitrați			CMA, mg/kg
		Media	Minim	Maxim	
Ardei	8	156,07	39,6	523,0	150
Cartofi	33	152,1	34,0	502,0	200
Castraveți	12	89	34,9	201,0	400
Morcov	11	166,1	31,5	665,0	300
Pătrunjel	2	1471,5	763,0	2180,0	2000
Ridiche	6	2029,8	1465,0	2889,0	1200
Roșii	3	78,7	69,0	85,0	250
Salată	5	822,2	426,0	1055,0	2500
Sfeclă roșie	17	1761,9	307,0	5320,0	1400
Ceapă	9	80,4	34,0	173,0	80
Dovlecei	7	391,1	125,5	721,0	400
Mărar	5	2436	764,0	4249,0	2000
Varză	22	456,1	51,5	1080,0	600
Vinete	8	223	85,0	396,0	250
Media conținutului de nitrați	x	736,71	335,57	1397,9	

Produsele vegetale, în special legumele recoltate în condițiile climaterice ale Republicii Moldova (cartofi, castraveți, morcov, varză), în general nu depășesc concentrațiile maximal admisibile (CMA) stabilite prin Hotărârea Guvernului nr. 115 din 08.02.2013 privind controlul nitraților în produsele alimentare de origine vegetală. Acest fapt poate fi explicat prin doi factori: condițiile climaterice favorabile și diversitatea produselor cultivate. Cu toate acestea, avem și un anumit procentaj de produse care depășesc limitele admise (ridiche, sfeclă roșie, ceapă, mărar), fapt datorat ratei nivelului aplicării fertilizanților în gospodăriile agricole și țărănești [3, 11, 23].

Nivelurile maxime admisibile trebuie stabilite la un nivel strict, luând în considerare și riscurile legate de consumul produselor alimentare, mai cu seamă în cazurile în care expunerea actuală a populației sau a categoriilor de populație vulnerabile este aproape de sau depășește doza tolerabilă. Nivelurile maxime trebuie să fie cât mai scăzute posibil, în scopul protejării sănătății populației, inclusiv a grupurilor vulnerabile, cum ar fi sugari și copiii de vârstă mică [16].

Răspândirea nitraților în obiectele de mediu și cu produsele alimentare de origine vegetală nemijlocit influențează contactul permanent al populației

cu acestea [16]. La calcularea incorporării cotidiene (mg/kg/zi/kg masă corporală) este obligatoriu de a lua în considerare toate sursele posibile de expunere la nitrați. Incorporarea cotidiană poartă un caracter relativ, deoarece, după datele din literatura de specialitate, valoarea acesteia variază în funcție de concentrația nitraților în apă, în produsele consumate, precum și în funcție de un șir de factori precum vârsta, zona climaterică, modul de viață etc. [16].

În condiții optime de temperatură și factori fizici, omul consumă aproximativ un litru de apă pe zi, ceea ce denotă ca rata zilnică a nitraților ingerați va fi egală cu concentrația acestora în apă. Pe timp de vară, consumul zilnic de apă crește, ajungând la 1,7-2,6 litri. În așa mod, cantitatea nitraților consumați crește. Astfel, la o concentrație a nitraților în apă ce se află în jurul CMA, în condițiile Republicii Moldova sarcina nitraților asupra organismului se înscrie în limitele 45–117 mg/zi [16].

La evaluarea nitraților și nitriților, FAO/OMS, Comitetul mixt de experți pentru aditivi alimentari (CMEAA) a stabilit doza zilnică acceptabilă (DZA) pentru nitrați de 3,65 mg/kg greutate corporală. Ulterior, Comitetul Științific al Comunităților Europene pentru Alimentație a stabilit repetat DZA pentru nitrați la fel de 3,65 mg/kg greutate corporală [5].

Organizația Mondială a Sănătății estimează aportul alimentar zilnic mediu de nitrați la nivelul 43-141 mg. Sursele pentru aportul uman exogen de nitrați derivă în principal din alimentele de origine vegetală și apa potabilă, aproximativ 80% din aportul total de nitrați fiind atribuite produselor alimentare și 14% apei. Academia Națională de Științe din Washington a raportat că 87% din aportul dietetic de nitrați asociat alimentelor sunt derivate din legume [6, 12, 19].

Astfel, există o preocupare crescândă cu privire la contaminarea alimentelor – în special a legumelor – cu nitrați și nitriți, deoarece aceștia la rândul lor sunt cea mai mare sursă de nitrați pentru mai mult de 80-90% din aportul acestora [21].

Totodată, legumele sunt o sursă de minerale, fibre și vitamine proteice etc. atât în stare proaspătă, cât și prelucrate. Ele devin indispensabile datorită valorii lor nutritive și gustative specifice, contribuind la acoperirea nevoilor nutriționale și, în aceeași măsură, la asigurarea unei alimentații variate. Într-o alimentație rațională, legumele și fructele proaspete sau prelucrate acoperă circa 15% din necesarul energetic al omului [1, 9].

Aportul de nitrați și nitriți este afectat de vârstă și de sex, necesitând, prin urmare, valori separate pentru DZA în aportul zilnic pe diferite vârste și grupuri de același sex [1].

Utilizând datele Laboratorului sanitaro-igienic din cadrul Centrului Național de Sănătate Publică privind concentrațiile de nitrați în unele legume, normele minime de produse alimentare incluse în coșul alimentar al minimumului de existență (în medie pentru o persoană pe zi) prevăzute în Hotărârea Guvernului nr. 285 din 30.04.2013, s-a calculat expunerea totală la nitrați prin consumul unor legume – 115,21 mg/kg, precum și incorporarea cotidiană – 1,92 mg/kg/zi/kg masă corporală (tabelul 3) [2].

**Tabelul 3**

*Încorporarea cotidiană de nitrați prin consumul de legume, mg/kg/zi/kg m.c.*

Produsul	Conținutul de nitrați	Consumul produselor alimentare, kg/zi	Expunerea la nitrați, mg/kg	ADI
Cartofi	152,1	0,320	48,62	
Morcov	166,1	0,023	3,76	
Sfeclă roșie	1761,9	0,015	26,42	
Ceapă	80,4	0,041	3,32	
Varză	456,1	0,065	29,49	
Vinete	223	0,007	1,561	
Castraveți	89	0,023	2,02	
Expunerea totală			115,21	222 mg/zi
Încorporare cotidiană mg/kg/zi/kg masa corpului			1,92	3,7 mg/kg/zi/kg masa corpului

În cazul consumului amestecului de legume în conformitate cu normele minime de produse alimentare conform coșului alimentar al minimumului de existență, o persoană cu greutatea de 60 kg s-ar expune la 115,21 mg/zi de nitrați, doza respectivă încadrându-se în DZA. Cu toate acestea, persoanele cu o rată înaltă a consumului de legume cultivate în condiții de producție locală nefavorabile pot depăși DZA. Pentru atenuarea aportului suplimentar de nitrați, este necesară prelucrarea legumelor și fructelor prin spălare, decojire și/sau preparare.

Conform rezultatelor obținute, 1,92 mg/kg/zi/kg m.c comparativ cu DZA pentru nitrați de 3,7 mg/kg greutate corporală/zi, este echivalent cu 222 mg nitrați pe zi, la 60 kg masă corporală pentru adulți, doză stabilită de fostul Comitet științific pentru alimentație (CSA), reconfirmată de Comitetul mixt FAO/OMS de experți pentru aditivi alimentari (JECFA) în anul 2002 este relativ mai joasă [4, 13, 18].

Totodată, studiul STEPS *Prevalența factorilor de risc pentru bolile netransmisibile în Republica Moldova* demonstrează că expunerea la nitrați structural este diferită, din cauza că bărbații consumă legume în medie 5,9 zile pe săptămână, iar femeile – 5,8 zile pe

săptămână, consumul de legume fiind mai frecvent printre grupurile de vârstă mai tinere. Frecvența consumului de fructe la nivelul anului 2013 a fost mai mare printre populația rurală (5,7 zile pe săptămână cu intervalul de încredere (ÎI) 95%: 5,5-5,8) comparativ cu populația urbană (5,5 zile, ÎI 95%: 5,3-5,7). Populația urbană a consumat mai frecvent legume (6 zile pe săptămână) în comparație cu cea rurală (5,8 zile). Numărul mediu de zile dintr-o săptămână în care au fost consumate legume pentru ambele sexe este 5,9 zile. Chestionarea a avut loc toamna, când disponibilitatea legumelor și fructelor este mai mare, comparativ cu alte anotimpuri [20].

### Concluzii

1. La consumarea diferitor legume în conformitate cu normele minime de produse alimentare conform coșului alimentar al minimului de existență, o persoană cu greutatea de 60 kg s-ar expune la 115,21 mg/zi de nitrați, doza respectivă încadrându-se în doza zilnică acceptabilă.

2. Produsele vegetale, în special legumele recoltate în condițiile climaterice ale Republicii Moldova (cartofi, castraveți, morcov, varză), în general nu depășesc concentrațiile maximal admisibile, cu toate acestea, avem și un anumit procentaj de produse care depășesc limitele admise (ridiche, sfeclă roșie, ceapă, mărar), fapt datorat ratei nivelului aplicării fertilizanților în gospodăriile agricole și țărănești.

### Bibliografie

- Kassim Adamu Garba. *Health Risk Assessment Of Nitrate And Nitrite Via Consumption Of Selected Canned Food Source*. In: International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy Int. J. Res. Ayurveda Pharm, nr. 6(3), 2015.
- Hotărârea Guvernului RM nr. 285 din 30.04.2013 pentru aprobarea *Regulamentului cu privire la modul de calculare a mărimii minimului de existență*. În: Monitorul Oficial al RM nr. 104-108 din 10.05.2013, art. 344.
- Hotărârea Guvernului nr. 115 din 08.02.2013 privind controlul nitraților în produsele alimentare de origine vegetală. În: Monitorul Oficial nr. 31-35 din 15.02.2013, art. 160, intrată în vigoare la 15.08.2013.
- [http://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/reden\\_stellungnahmen/2014/sklm\\_opinion\\_nitrate\\_nitrite.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2014/sklm_opinion_nitrate_nitrite.pdf)
- J. C. Jana, P. Moktan. *Nitrate concentration of leafy vegetables: A survey of nitrite concentrations in retail fresh leafy vegetables from daily markets of different locations*. In: ISABB Journal of Food and Agriculture Science, vol. 3(1), September 2013, p. 1-5.
- Jeffrey J. Sindelar, Andrew L. Milkowski. *Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet*. In: Nitric Oxide, vol. 26, Issue 4, 15 May, 2012, p. 259-266.
- Jun Kobayashi, Kazuo Ohtake, Hiroyuki Uchida. *NO-Rich Diet for Lifestyle-Related Diseases*. In: Nutrients, nr. 7, 2015, 4911-4937.
- Li Xie, Miao Mo, Hui-Xun Jia, Fei Liang, Jing Yuan, Ji Zhu. *Association between dietary nitrate and nitrite intake and sitespecific cancer risk: evidence from observational studies*. In: Oncotarget, vol. 7, no. 35, 2016.
- Liliana Avasilcni. *Nitrații și nitriții din produsele alimentare – precursori ai nitrozaminelor*. Rezumatul tezei de doctorat, 24 aprilie 2012.
- Martijn B. Katan. *Nitrate in foods: harmful or healthy*. In: American Journal of Clinical Nutrition, 20 May 2009, nr. 90, p. 11-12.
- Ministerul Sănătății și Protecției Sociale. *NORME nr. 32 din 29.06.2005 Normative sanitaro-epidemiologice de stat privind conținutul de nitrați în produsele de origine vegetală*. În: Monitorul Oficial al RM nr. 168 din 16.12.2005, art. 584.
- National Academy of Sciences. *The health effects of nitrate, nitrite and nitroso compounds*. Natl. Acad. Press, Washington, DC, 1981.
- Norman G. Hord, Yaoping Tang, Nathan S. Bryan. *Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits*. In: American Journal of Clinical Nutrition, 2009, nr. 90, p. 1-10.
- Olga Kirovska-Cigulevska. *Determination of nitrates in food products*. BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi 4.2, 2002.
- Pietro Santamaria. *Nitrate in vegetables – toxicity, content, intake, and EC regulation*. In: Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 86, 2006, p. 10-17.
- Regulamentul (CE) nr. 1881/2006 al Comisiei din 19 decembrie 2006 de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare. JOL 364, 20.12.2006, p. 5.
- Sajad Chamandoosta, Mohammad Fateh Moradib, Mir-Jamal Hosseinic. *A Review of Nitrate and Nitrite Toxicity in Foods*. In: Journal of Human, Environment, and Health Promotion, vol. 1, nr. 2, 2016, p. 80-86.
- Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. Nitrate in vegetables*. In: EFSA Journal, 2008, nr. 689, p. 1-79.
- World Health Organization. *Nitrate and Nitrite in Drinking Water Development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality* (pp. 21), Geneva, Switzerland: World Health, Organization, 2007, p. 1-21.
- OMS. *Prevalența factorilor de risc pentru bolile netransmisibile în Republica Moldova*, STEPS 2013, 2014.
- Yoshihiro Shimada, Sanae Ko. *Nitrate in Vegetables*. In: Chugokugakuen Journal, vol. 3, 2004, p. 7-10.
- Zetterquist W., Pedroletti C., Lundberg J.O., Alving K. *Salivary contribution to exhaled nitric oxide*. In: Eur. Respir. J., 1999; nr. 13, p. 327-333.
- Н.И. Опополь, Е.В. Добрянская. *Нитраты*. УДК 546.175:613.2:663.6, Кишинэу, 1986.